

⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開  
 ⑫ 公開特許公報 (A) 平2-126107

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
 G 01 B 11/26  
 G 01 C 15/00  
 G 01 M 11/00

識別記号 Z 7625-2F  
 L 7187-2F  
 T 8908-2G

⑭ 公開 平成2年(1990)5月15日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑮ 発明の名称 レーザ変位計による2次元計測における相対角度の検出方法と装置

⑯ 特願 昭63-279046  
 ⑰ 出願 昭63(1988)11月4日

⑱ 発明者 近藤高弘 東京都新宿区西新宿1丁目25番1号 大成建設株式会社内  
 ⑲ 出願人 大成建設株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目25番1号  
 ⑳ 代理人 弁理士 磐野道造

明細書

1. 発明の名称

レーザ変位計による2次元計測における  
相対角度の検出方法と装置

2. 特許請求の範囲

(1) 交差するレーザ光軸の中に、寸法精度の高い多角柱ゲージを鉛直に立て、レーザ光軸交差部でゆっくりと回転させ、各々のレーザ光を遮る部分の長さを同時に計測するとともに、各々の計測値から光軸の相対角度を検出することを特徴とするレーザ変位計による2次元計測における相対角度の検出方法。

(2) 水平基盤上に、レーザ発光部と受光部とを備えたレーザ変位計の2台をX軸、Y軸方向に交差させて設け、X軸、Y軸の交差部中心に寸法精度の高い多角柱ゲージを鉛直に、かつ回転自在に吊した下げ振りを設けたことを特徴とするレーザ変位計による2次元計測における相対角度の検出装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、2台のレーザ変位計を用いて、2次元座標系の計測を行う場合におけるレーザ光軸の相対角度を検出する方法と、その装置に関するものである。

(従来の技術)

レーザの指向性を利用して位置の検出や距離の計測を行うことはレーザ応用技術として周知である。ところで、土木建築構造物やその他大型の構造物等の建造に際しては、単に一次元方向の計測以外に、2次元、3次元方向の計測が必要である。

例えば連続地中壁等の構築に際してのトレーンチ掘削における掘削機の垂直度と水平度を含む変位置の計測等がそれである。

そこで、従来2次元座標系の計測方法として、スリット光を用いる方法や、基準光と反射光の光路差を用いる方法、さらにはレーザドップラ流速計を用いて、流速をベクトル的に検出して行う方法などが開発され開発されている。

(発明が解決しようとする課題)

ところで、1次元方向の計測機器は、かなり普及されているが、2次元座標系で計測のできる機器は少ない。現状では特注によって作成されているのが実情である。

そのため、2次元座標系の計測機器は、非常に高価で、しかも操作が難しく、特に光軸の直交を正確にだすことが難しくレーザ応用による2次元座標系計測の普及の大きなネックとなっている。この発明は、このような2次元座標系計測における問題点を解決する手段として、比較的入手の容易な1次元方向の計測機器として用いられているレーザ変位計の2台を直交させ、レーザ光軸によって2次元座標系を作り、いわゆる2次元方向の計測を行うに際し、その2次元座標系の精度を向上させるため、前記交差する光軸の相対角を簡単に、しかも精密に検出する方法と、その装置を提供することを目的としてなされたものである。

(課題を解決するための手段)

上記目的を達成する手段として本発明がとった検出方法の特徴とするところは、交差するレーザ

光軸の中に、寸法精度の高い多角柱ゲージを鉛直に立ててゆっくりと回転させ、各々のレーザ光を遮る部分の長さを同時に計測するとともに、各々の計測値から光軸の相対角を検出するようにしたことにある。

また、上記相対角の検出装置として、レーザ発光部と受光部とを備えたレーザ変位計の2台を、水平基盤上のX軸方向とY軸方向とに交差して設け、このX軸、Y軸の交差部中心に、寸法精度の高い多角柱ゲージを鉛直に、かつ回転自在に吊す下げ振りを設けた2次元座標系の相対角検出装置としたことにある。

(作用)

この発明は、以上説明したように、2台のレーザ変位計を交差して設け、それぞれのレーザ変位計の発光部から発振されるレーザ光の交差部中心に、多角柱ゲージを下げ振りとして設けているため、その下げ振りによってレーザ光の一部分が遮られる。すなわち多角柱ゲージによって遮られたレーザ光の影の部分が、X軸、Y軸それぞれの受光

部によって検出される。そこで受光部に内蔵された受光素子により、前記明確に応じて検出した信号を電気信号に変換すればX軸、Y軸方向の影を生じている部分の長さが測定される。X軸およびY軸方向の影の部分の長さが測定されるとX軸およびY軸方向の相対角度は理論的に算出することができる。この点を第1図に基づいて具体的に説明する。

まず、図面に示すようにレーザ発振器AおよびBより発振されたレーザ平行光を交差させて2次元座標系を作る。そして、この交差部中心に、高精度に加工して得られた正四角柱ゲージCを下げ振りとして鉛直に垂下させる。するとレーザ平行光は、その正四角柱ゲージCによってその平行光の一部を遮ることになる。

L A、L Bがその影の部分を示す。そこでこの影の部分LA、LBが前記したように計測されると、レーザ発振器AおよびBより発振されたレーザ光軸の相対角度θは、次のような計算によって理論的に算出することができる。すなわち下げ振

りとして使用した正四角柱ゲージCの対角線長さをしとし、レーザ発振器Aによるレーザ光の正四角柱ゲージCに対する投影角をαとし、同じくレーザ発振器Bによるレーザ光の投影角をβとするとき、次のような関係式が成り立つ。

$$L A = L \times \cos (\alpha)$$

$$L B = L \times \cos (\beta)$$

$$\theta = 90 - |\alpha - \beta|$$

したがって、以上の関係式から2次元座標系を構成するレーザ光軸の相対角(45-90°)を理論的に算出することができる。

特に本発明では、下げ振りとして設けた前記正四角柱ゲージCをゆっくりと回転させるようにしているため、回転させながらLA、LBの計測データを多数とり、そのデータの平均値を求め、しかものち前記関係式より相対角θを演算処理して求めると、きわめて精度の高い2次元座標系を設定することができる。

下記は平均化による演算処理の計算式を示す。

$$\alpha_n = \cos^{-1} (L / L A_n)$$

$$\theta_n = \cos^{-1} (L / LB_n)$$

$$\theta_n = 90 - |\alpha_n - \theta_n|$$

$$\theta = \sum \theta_n / N$$

但しNは計測回数

なお、上記演算処理は、LA, LBの測定データをコンピュータのCPUに取り込むことによって高速に行うことができる。

(実施例)

第2図は、上記相対角の検出方法を実施する装置の原理的構成を示す斜視図である。

図面で示すように、レーザ平行光を発振する発光部A<sub>1</sub>と、それを受ける受光部A<sub>2</sub>からなるレーザ変位計Aと、同じく発光部B<sub>1</sub>と受光部B<sub>2</sub>からなるレーザ変位計Bとの2台を、水平基盤D上にX軸方向とY軸方向とに交差させて設置する。そして、高精度に加工した正四角柱ケージCを、前記X軸とY軸との交差する中心に、ゆっくりと回転させることができる下げ振りとして設ける。そしてその下げ振りをゆっくりと回転させ、前記それぞれの受光部A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>によって受光した検

出信号を電気信号に変換させるとともに長さのデータに換算し、そのデータをCPUに送り込んで演算し、X軸およびY軸方向に設置したレーザ光軸の相対角度θを検出する。

本発明は、以上説明したように、もっぱら1次元方向の計測器として用いられるレーザ変位計の2台を組み合わせて、2次元座標系を作り、その2次元座標系を形成するレーザ光軸の相対角をきわめて簡単な操作で、高精度に検出することができるため、レーザ応用の2次元計測における精度を大きく向上させることができる。

第3図は、本発明方法なし装置を連続地中壁を構築する際のトレンチ用掘削機Mの姿勢検知、すなわち掘削機の水平方向の変位置を検知する手段として応用した場合の原理を示すものである。

周知のように、掘削機Mで、トレンチを掘削する場合は、その掘削されたトレンチが鉛直方向に、しかも前後左右に傾きのない溝として掘削されることが必要である。そのためには、掘削機Mの姿勢が掘削開始の時点から掘削作業の終了に至るま

で傾くことなく、水平方向の姿勢を保っていることである。

すなわちX軸、Y軸方向に對して変位しないことである。万一変位した場合は、それを早期に検知して掘削機M自体の姿勢を制御する等の対応が必要である。前記第3図は、この掘削機の水平変位を検知する手段として応用したもので、レーザによって形成した2次元座標系X-Yの中心に、下げ振りに相当するワイヤWを上方より吊り下げ、掘削機Mの中心に連結しておく。そして前記2次元座標系X-Yによって、まず掘削作業開始前の初期位置を検出する。すなわち第3図で示す2次元座標系X-Yで、ワイヤWの初期位置を検出しておく。次に掘削作業を開始し、作業に基づくワイヤWの位置を検出する。例えば、ワイヤWの初期位置が、前記2次元座標系X-Yで、X<sub>0</sub>, Y<sub>0</sub>の位置から掘削作業にともなって、X<sub>H</sub>, Y<sub>H</sub>に変位したとする。すると、その時点におけるワイヤWの変位置D<sub>X</sub>, D<sub>Y</sub>は、

$$D_Y = Y_H - Y_0$$

$$D_X = X_H - X_0$$

の関係式から知ることができる。

ところで掘削機Mは、前記ワイヤWと連結されているため、掘削作業にともなってその長さはL<sub>1</sub>からL<sub>2</sub>に変化する。したがって、このワイヤWの長さの変位との関係から実際の掘削機Mの変位置T<sub>X</sub>, T<sub>Y</sub>は、

$$T_X = D_X \times (L_1 / L_2)$$

$$T_Y = D_Y \times (L_1 / L_2)$$

より求めることができる。

(発明の効果)

この発明によるレーザ変位計による2次元計測における相対角度の検出方法および装置は、以上説明したように簡単な操作で、相対角の検出が可能で、しかも交差するレーザ光軸中に、高精度の多角柱ゲージを下げ振りとして利用しているため、きわめて精度の高い2次元座標系を設定することができる。特に、その下げ振りである多角柱ゲージをゆっくりと回転させ、多数の計測データを取り、その平均値から相対角を算出するため、測定

精度が向上し、理論上のデータ精度をもった2次元座標系が得られる。

しかも、それらの演算処理はコンピュータ処理により行うことができるため、きわめて迅速に結果を得ることが可能である。なお、この発明方法および装置は、前記実施例で示したように連続地中壁等を構築する際に使用する掘削機の水平方向の変位置を検出する手段として応用できるほか、前記精度の高い2次元座標系が得られるので、逆に多角柱の寸法計測や回転計として応用することも可能である。

また、この方法によって得られる2次元座標系は、1次元的装置の組み合わせによるものであるため、装置構成がきわめて簡単で、計測方法そのものの操作上に特別な技能を必要とせず、レーザ応用による2次元計測の普及に大きく貢献することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

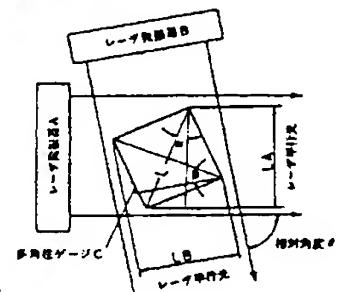
第1図は、本発明による相対角度検出方法を示す原理図、第2図は検出方法を実施する装置を例

示する斜視図、第3図は本発明方法を連続地中壁等の構築用掘削機の水平方向変位量検出に応用した場合の構成図である。

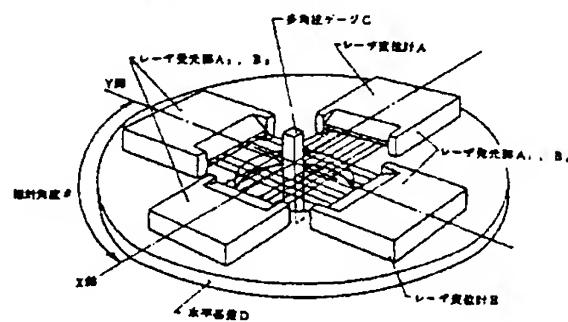
A, B … レーザ変位計 A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub> … 発光部  
A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub> … 受光部 C … 多角柱ゲージ  
D … 水平基盤 M … 掘削機

特許出願人 大成建設株式会社  
代理人 弁理士 磐野道雄

第1図



第2図



第3図

